

影響台灣地區八個梅雨系統 平均結構之初步分析

陳泰然

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國六十九年十一月四日收件)

摘要

本文選取 1975 年與 1977 年影響台灣地區之 8 個梅雨個案，包括梅雨前半期（5 月 15~31 日）與後半期（6 月 1~15 日）各 4 個個案。每個個案均包括梅雨系統生命史之初期、中期與末期。分析這 8 個個案之平均結構，結果顯示東亞地區之氣壓、環流、雲量與積雨雲量之強度與分布在梅雨前半期與後半期有顯著不同，在生命史各階段亦有顯著差異。台灣地區降水量、雲量與積雨雲量亦經分析。這些顯著特徵均以圖表示。

一、前言

氣候資料顯示台灣地區之降水量於五月中旬至六月中旬之初夏，存在有一相當明顯之相對最大值。此最大值由北部地區之次高峯往南增強為中南部地區之主高峯（陳和吳，1978），是為台灣之梅雨期。此期間之降水性質一般皆屬連續性，間或夾帶雷陣雨或豪雨而導致洪水暴發。目前，我們對於有關梅雨期內台灣地區降水時空分布之氣候特徵已有較多了解（王，1970；徐和紀，1974；陳和紀，1978；陳和吳，1978），但對於導致連續性與陣性降水之梅雨系統之了解仍然十分有限。

Chen and Tsay (1977) 曾對 1975 年 6 月 10 - 15 日之梅雨個案詳加分析，對於天氣系統之結構獲得初步了解。隨又針對該個案進行中幅度與綜觀幅度之垂直速度分析（陳和蔡，1978），使得我們對於不同幅度天氣系統之結構與降水之關係有較多的認識。該個案之診斷分析結果，除對平均綜觀形勢、動能與渦度收支獲得初步了解外，並發現在維持梅雨鋒面強度（以相對渦度定義）方面，除中緯斜壓過程外，積雲對流效應亦有相當重要之貢獻，低層噴射氣流對於熱量與水氣之傳送過程亦為維持積雲對流所不可或缺（Chen and Tsay, 1977

，1978；陳和蔡，1978；Chen, 1977, 1979；Chen and Chang, 1980）。

此外，該梅雨系統東西段之基本結構與影響其強度變化之動力過程亦有顯著差異。西段性質較似熱帶系統，較淺、溫度梯度較弱，暖心結構且無垂直傾斜現象。而東段則似中緯度系統，溫度梯度較強，冷心系統垂直傾斜於整個對流層。渦度收支分析顯示，梅雨系統低對流層之正渦度減弱，於東段主要導因於積雲對流向上傳送，於西段則主要導因於陸地與山脈地形之摩擦以及次網格系統之非線性交互作用（陳和蔡，1978；Chen and Chang, 1980）。

採用一個個案分析所得結果有時可能較不具代表性，然若採用太多個案不但費時也不經濟，故本文乃折衷採用 8 個個案，並以合成法分析梅雨系統之綜觀天氣結構及雲量分布。由近年來之氣象資料得知，1975 年與 1977 年台灣地區之梅雨現象特別明顯。因而，在導致台灣地區降水之梅雨系統內選取 8 個案，每個個案皆包含初期經中期至末期。本文主要目的即在了解梅雨系統生命史各期之綜觀結構特徵及伴隨之雲量與積雨雲分布。

二、個案選取與資料分析

在1975年與1977年之梅雨期內(5月15日~6月15日)選取850mb風切線位於或接近台灣上空,並帶來降水之梅雨個案8個,並按以下兩個標準選取850mb風切線生命史各階段。(1)以風切線形成之日為初期,消失之前一日為末期,初期與末期之中間日為中期。(2)若風切線生命期甚長且南北徘徊,則以其位置最北且開始南移之日為初期,以其位置最南且開始北移之日為末期,中間日為中期。所選8個個案如表一所示,其中有4個發生在梅雨前半期(5月15日~5月31日),4個在梅雨後半期(6月1日~6月15日)。生命史最少3天,最多7天,平均約為5天。

降水資料取自中央氣象局所屬各測站。地面與850mb資料則利用中央氣象局之原始天氣圖,增補作業分析時之後到及遺缺資料,重新分析,再讀取網路點資料以供計算。並以 2° 經緯度為網格,分析國防氣象衛星(Defense Meteorological Satellite Program; DMSP)之可見光與紅外線照片,以求取雲量及積雨雲量(十分制)分布。霧、薄低雲與薄高雲均忽略不計。

三、結果

(一)個案之強度變化與台灣地區之降水特徵

為了解梅雨系統生命史各階段之強度變化,取華南地區在 115°E 上伴隨850mb風切線之相對渦度強度,如表二所示。若定義初、中、末三期中任一

表一、八個梅雨個案850mb風切線生命史各階段之日期。

個案	年	月	初期	中期	末期	生命期(天)	梅雨期
1	1975	5	17	19	22	6	前半期
2		5	23	25	26	4	前半期
3		5	27	28	30	4	前半期
4		6	3	5	7	5	後半期
5		6	9	12	15	7	後半期
6	1977	5	13	14	15	3	前半期
7		5	28	31	/	/	/
8		6	/	/	2	6	後半期
8		6	5	6	7	3	後半期

表二、八個梅雨個案生命各階段850mb風切線在華南地區沿 115°E 之相對渦度(10^{-5}S^{-1})強度。

個案	國際時(GMT)	日期	中期	末期
1	00	0.5	1.0	3.5
	12	0.9	4.1	2.3
2	00	1.6	1.2	2.7
	12	2.9	2.3	2.6
3	00	2.3	2.3	1.9
	12	1.8	2.8	1.1
4	00	3.8	0.6	1.9
	12	5.4	2.1	3.5
5	00	1.2	3.5	1.1
	12	1.4	4.1	0.8
6	00	3.3	4.4	1.2
	12	5.3	-0.1	1.1
7	00	2.0	2.8	3.0
	12	2.7	5.2	1.8
8	00	1.4	2.9	2.1
	12	2.5	2.4	3.1
平均		2.4	2.6	2.1

出現最大渦度之時間為成熟期,而以之與前後時間之渦度比較,若前後時間之渦度僅及成熟期之50%左右者分別定義為發展期與消散期,則個案5最為典型,其生命史與強度發展過程十分一致,由初期經中期至末期之生命史亦為發展期經成熟期至消散期。個案1,3,6,7,8之生命史各階段亦均至少有一綜觀時間與強度發展過程一致。此外,梅雨系統強度發展過程各階段所經歷之時間亦有不相同者。例如個案4是風切線一形成就很強而進入成熟期,故缺發展期。個案2是風切線消散快速,故缺消散期。8個個案沿 115°E 之渦度平均為初期 $2.4 \times 10^{-5}\text{S}^{-1}$,中期 $2.6 \times 10^{-5}\text{S}^{-1}$,末期 $2.1 \times 10^{-5}\text{S}^{-1}$,雖有表示強度發展之勢,但強度皆十分接近。故本文梅雨系統生命史各階段並不能代表強度改變過程之發展期,成熟期與消散期。後者之平均強度分別為 $1.7, 3.5, 1.5 \times 10^{-5}\text{S}^{-1}$ 。

前半期與後半期之梅雨系統生命史各階段在台灣各地區之平均日降水量如表三所示。北區包括彰化、基隆、鞍部、竹子湖、淡水、台北、新竹、宜蘭。中區包括台中、日月潭、阿里山、玉山、嘉義。南區包括台南、高雄、恆春、大武。東區包括

台東、新港、花蓮。各區在各生命階段均顯示梅雨後半期雨量大於前半期。而且，梅雨前半期雨量大小分布，在生命史之初期與中期均以北區最大，向南遞減，呈北區 > 中區 > 南區之勢。在末期最大值則發生在中區。梅雨後半期在生命史之初期以中區最大。中期與末期最大值移至南區，恰與前半期之初、中期相反，由南向北遞減，呈南區 > 中區 > 北區。東區一般雨量較少，除前半期生命史之初、中期外，皆小於其他各區。

表三、八個梅雨個案梅雨前半期與後半期生命各階段台灣各地區之日降水量(公厘)。

	前半期			後半期		
	初期	中期	末期	初期	中期	末期
北區	16.7	14.2	23.1	17.5	39.0	35.1
中區	15.5	5.7	37.4	23.4	57.2	80.7
南區	1.0	1.6	11.0	5.3	66.3	86.1
東區	1.4	10.0	5.4	1.7	12.3	16.6

□梅雨系統生命史各階段之平均特徵

8 個個案之平均地面氣壓分布顯示，熱低壓於青康藏高原南側建立，低壓槽向東伸展，向東南移動，並於中期移至台灣 - 日本地區後近似滯留(圖 1)。生命史各階段之太平洋高壓強度幾無變化。

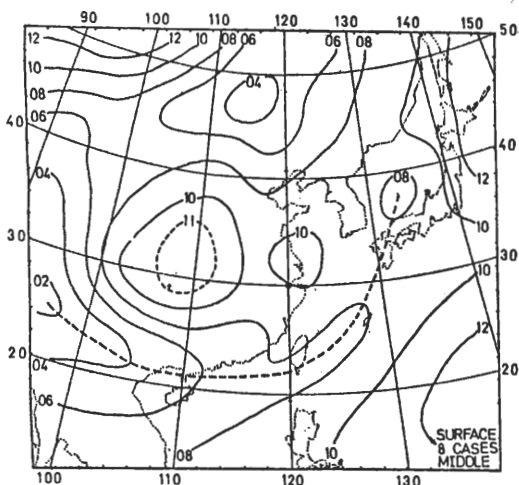


圖 1 八個個案梅雨系統生命史之中期平均地面氣壓。等壓線以 2mb 為間距(實線)，輔助線以 1mb 分析(虛線)。粗虛線為梅雨槽。

初期梅雨槽後高壓中心約在河套，向南移動並加強。中期之後幾沿 31°N 緯度圈向東移動且減弱，於末期出東海。如圖 1 之中期地面氣壓分布顯示，除上述梅雨槽、太平洋高壓及華中高壓外，還有鄂霍

次克海高壓、蒙古高壓及蒙古與東北間之中緯低壓等綜觀系統。這些亦均為梅雨個案之重要現象。

圖 2 為 850 mb 合成風場及高度場分布。梅雨

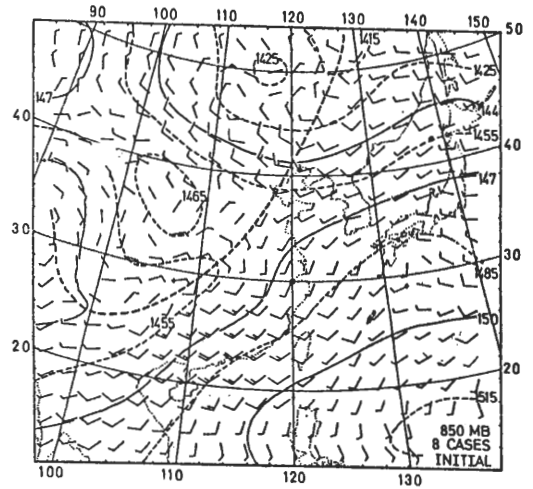


圖 2A 八個個案梅雨生命史初期 850mb 平均高度場及合成風場。等高線以 30 m 為間距(實線)，必要時亦繪輔助線(虛線)。風速長桿為 10 哩/時，短桿為 5 哩/時。粗虛線為槽線。

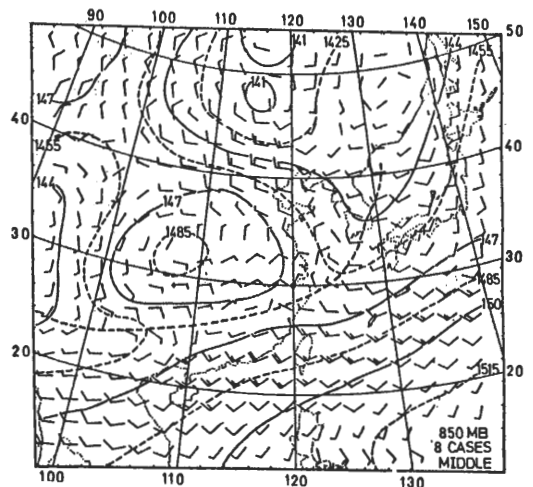


圖 2B 同圖 2A，但為中期。

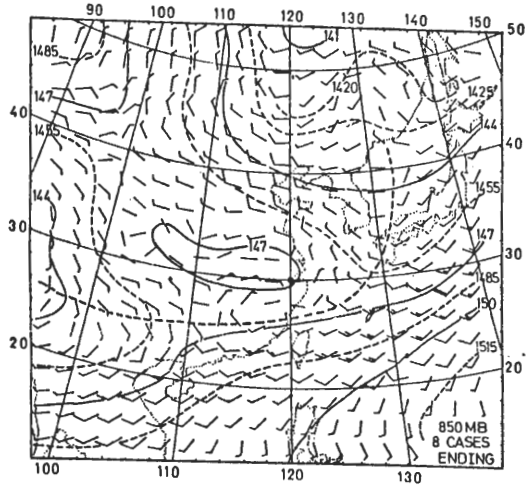


圖 2C 同圖 2A，但為末期。

槽線由青康藏高原之熱低壓向東延伸並向東南移動，中期以後之移動速度較中期以前慢，約僅四分之一（沿台北至槽線之垂直線）。槽後高壓在中期最強，末期減弱。太平洋高壓位置及強度幾無改變，故槽線向東南移動時使槽前氣壓梯度增加，風速亦隨之增強。槽前各期皆盛行西南風，最大風速帶在初期位於台灣以西之華南及南海北部。中期向東發展，伸展至台灣及日本南方海面。末期主要出現在台灣以東日本以南之槽前。中期與末期 120°E 以西之槽，幾無氣壓梯度，但風切顯著。此外，風場與高度場之關係類似個案情況，近似地轉，且槽線與風切線一致，顯示資料分析之正確性及平均綜觀形勢之代表性。

850 mb 各期東西風分量（圖未示）之分布，顯示梅雨槽前盛行西風，初期最大中心在台灣海峽至福建廣東沿海一帶，其值大於 6 ms^{-1} 。中期最大中心東移至台灣上空並加強至 8 ms^{-1} 以上。末期減弱，主中心移至日本南方海面，台灣以西仍有超過 6 ms^{-1} 之副中心。

在西風最大中心西北方之槽後，有一最大東風之中心，其初期與末期之強度皆僅及西風強度之三分之一，超過 2 ms^{-1} 。中期加強至大於 4 ms^{-1} 約為西風之半。華南地區伴隨梅雨槽之東西風風切帶，在中期最強且範圍最廣，末期強度似未減弱，但範圍縮小。

850 mb 各期南北風分量（圖未示）之分布顯示，梅雨槽與南北風分界線幾乎一致。初期南風在華南盛行，中心最大值大於 6 ms^{-1} ，此時北風最大

中心遠在華北僅大於 2 ms^{-1} 。中期梅雨槽北側之北風加強至 4 ms^{-1} 以上，並移至江浙沿海，南側之南風減弱，中心南移至華南沿海，但伴隨熱低壓環流之南風強度約增 1 - 2 倍。末期上述之南北風中心強度均減弱，北風中心移至東海，但在日本南方海面之南風則加強至超過 6 ms^{-1} 。

圖 3 為各期雲量分布。資料個數少於 4 者未加

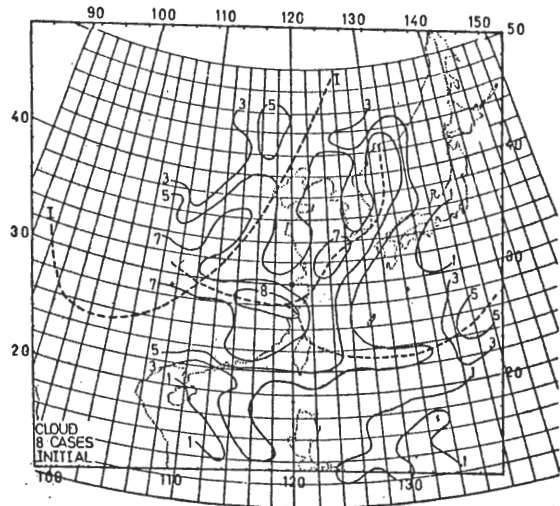


圖 3A 八個個案梅雨生命史初期平均雲量（十分制）。虛線為最大雲量主軸。虛線 II 為槽線。

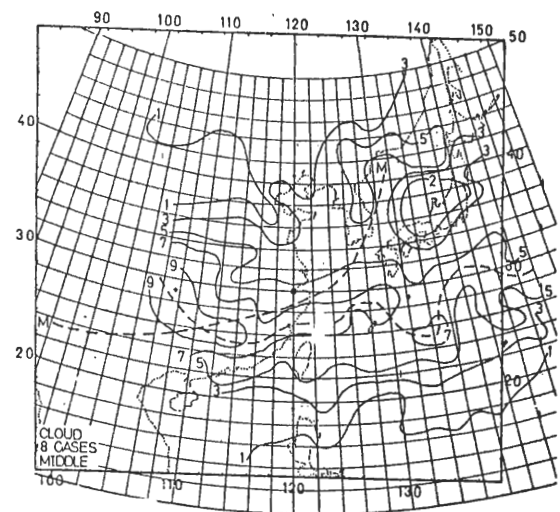


圖 3B 同圖 3A，但為中期，虛線 MM 為槽線。

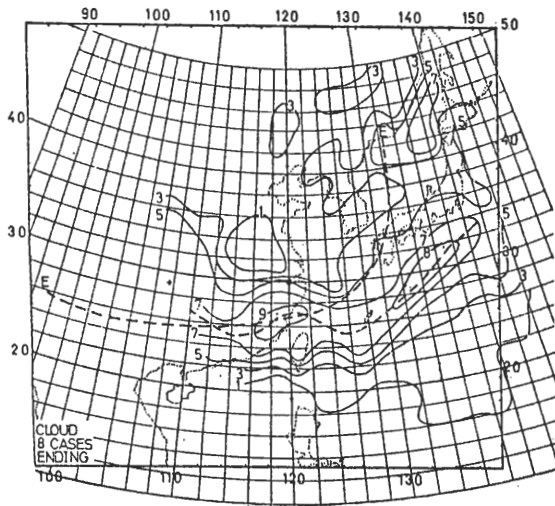


圖 3C 同圖 3A，但為末期，虛線 EE 為槽線。

分析。主要雲帶（最大雲量主軸）在初期由華南經東海至日本海，西段在華南與 850 mb 槽相交，東段則在槽前約 10 個緯度。中期西段雲量增多且緩慢南移，東段則快速東南移至日本南方海面，且仍在槽前約 10 個緯度處。末期東段稍向北退且雲量增加，台灣及鄰近海面雲量亦顯著增加，西段幾與槽線一致。雲量由雲帶向兩側迅速減少，尤以末期為甚。

圖 4 為各期積雨雲量 (Cb) 之分布。初期 Cb

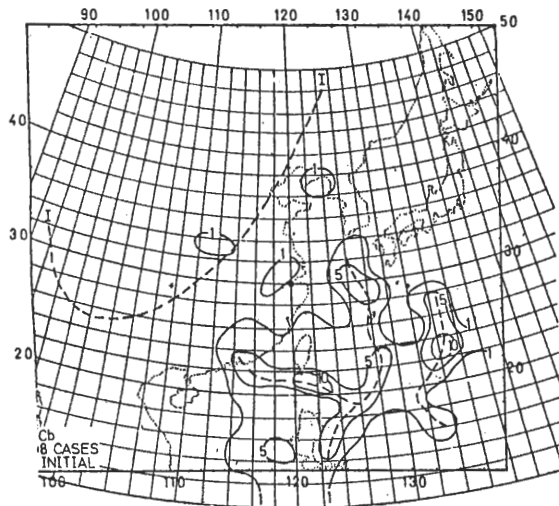


圖 4A 八個個案梅雨生命史初期平均積雨雲量 (%)。虛線為最大積雨雲量主軸。虛線 II 為槽線。

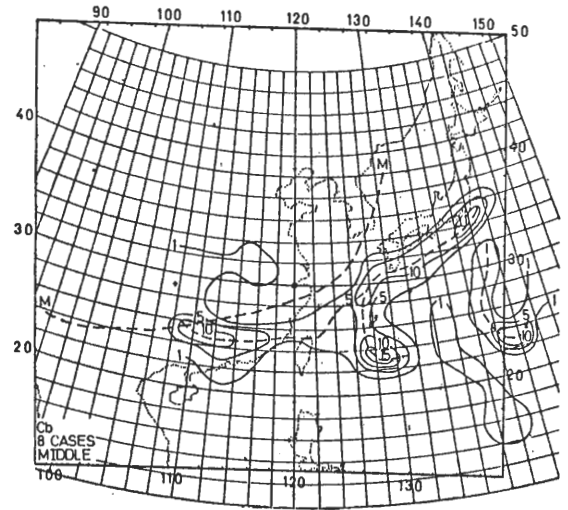


圖 4B 同圖 4A，但為中期，虛線 MM 為槽線。

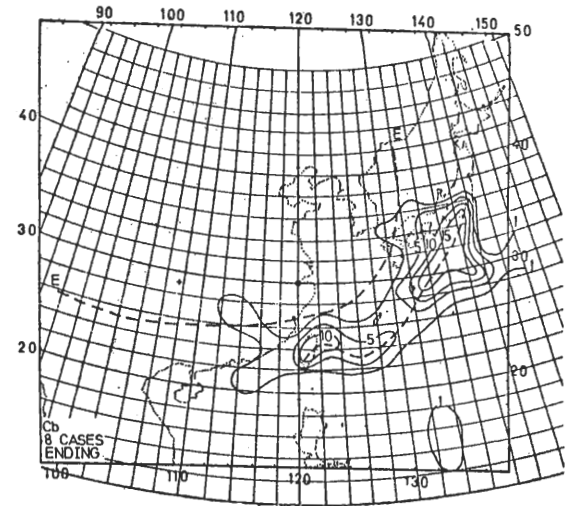


圖 4C 同圖 4A，但為末期，虛線 EE 為槽線。

很少，分布零亂，但主要發生在槽前海上。少數局部地區，例如巴士海峽，超過 10%。中期 Cb 量增加，日本南方海面有大於 20% 者。此期 Cb 分布變得較有組織，呈帶狀分布，由日本南方海面經台灣北部海面至華南。西段之 Cb 主要發生在雲帶上，距槽線較近，東段則發生在槽前雲帶主軸之西北，

但距槽線較遠。末期Cb量分布仍具有東北-西南走向之帶狀組織。10%與15%以上之中心分別發生於台灣與日本南方海面，前者在雲帶主軸之南，後者在主軸之北。

①前半期與後半期梅雨系統之風場與雲量分布特徵

圖5為前半期與後半期各4個梅雨個案之平均

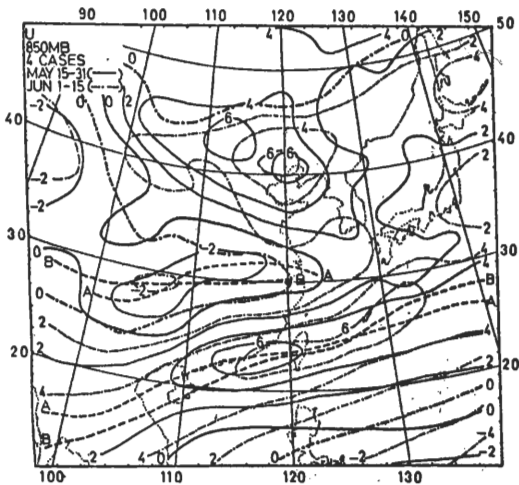


圖5 梅雨前半期(實線)與後半期(點虛線)各4個個案之平均西風(正)與東風(負)分布 (ms^{-1})。虛線AA為前半期東西風最大主軸，BB為後半期最大主軸。

東西風分量分布。前後半期之數值大小與分布形式十分相近，一個顯著之特徵為槽前西風於後半期加強，而槽後東風於後半期減弱。槽前之西風帶主軸呈東北東-西南西走向，由日本南方海面經台灣至中南半島。西風帶主軸西段在後半期約較前半期往南偏移1個緯度，東段則往北偏1個緯度。前半期最大值大於 $6ms^{-1}$ 之中心位於台灣至福建、廣東沿海一帶，後半期向東北東伸展至日本九州南方海面。槽後之東風帶沿長江流域伸展，其主軸東段在後半期較前半期稍偏南，西段偏北且風速減弱，大於 $2ms^{-1}$ 之中心範圍亦縮小。

圖6為前半期與後半期各4個梅雨個案之平均南北風分量分布。前後半期之數值大小與分布形式頗為相似。一個顯著之特徵為槽前南風於後半期加強，槽後北風於後半期減弱。前半期北風範圍較大，包括 $140^{\circ}E$ 以西， $28^{\circ}N$ 以北地區，而後半期縮小至僅包括 $130^{\circ}E$ ， $50^{\circ}N$ 與 $110^{\circ}E$ ， $30^{\circ}N$ 連線

之西北地區及黃海一帶。此連線東南地區原盛行之北風已為南風取代。黃海與華北之最大北風中心強度在後半期減弱數倍。前半期在海南島附近大於 $4ms^{-1}$ 之南風中心，後半期向東伸展涵蓋台灣至日本南方海面。

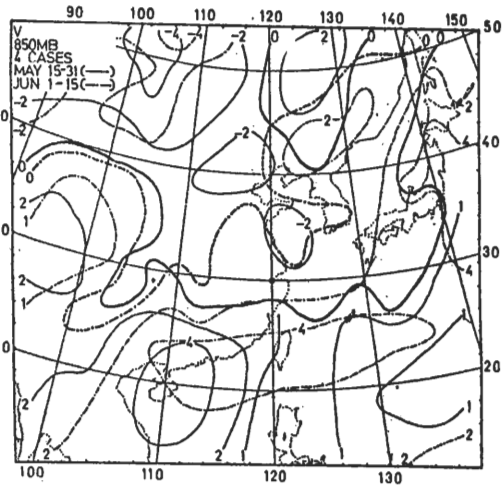


圖6 梅雨前半期(實線)與後半期(點虛線)各4個個案之平均南風(正)與北風(負)分布 (ms^{-1})。

圖7為前半期與後半期各4個個案之平均雲量分布。前半期雲帶之雲量較後半期多且較有組織。前半期雲帶較呈緯向分布，幾沿 $27.5^{\circ}N$ 由日本南方海面經東海至華南。後半期雲帶在 $120^{\circ}E$ 以西稍向南偏移，以東向北偏移甚多，呈東北-西南走向

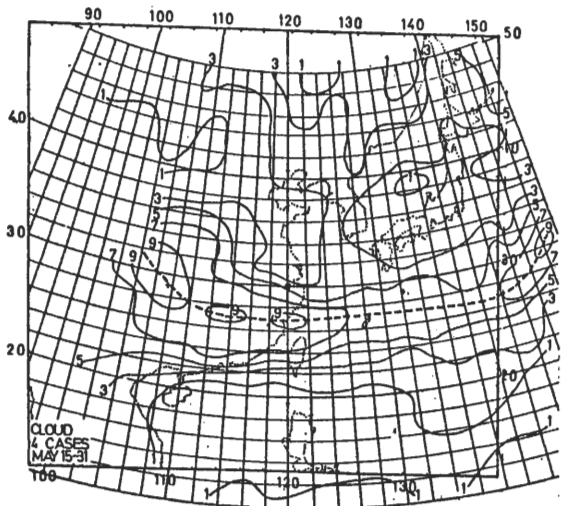


圖7A 梅雨前半期4個個案平均雲量(十分制)。虛線為最大雲量主軸。

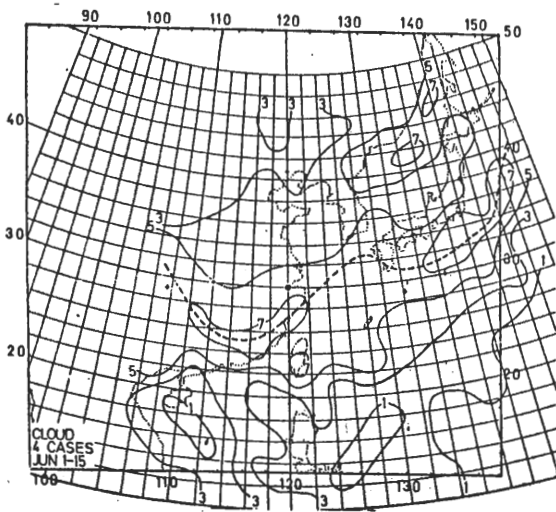


圖 7B 同圖 7A，但為後半期。

。此雲帶之向北偏移與該區後半期盛行南風者一致。前半期台灣上空雲量，北部（89%）多於南部（52%），後半期則北部（58%）少於南部（72%）。此點和前述南北地區雨量分布一致，前半期大致由北向南減少，後半期向南增多。前半期雲量由雲帶向南迅速減少，但後半期則否。例如，沿 116°E 之南海，前半期幾乎無雲，後半期超過 30%。

圖 8 為前半期與後半期各 4 個梅雨個案之平均

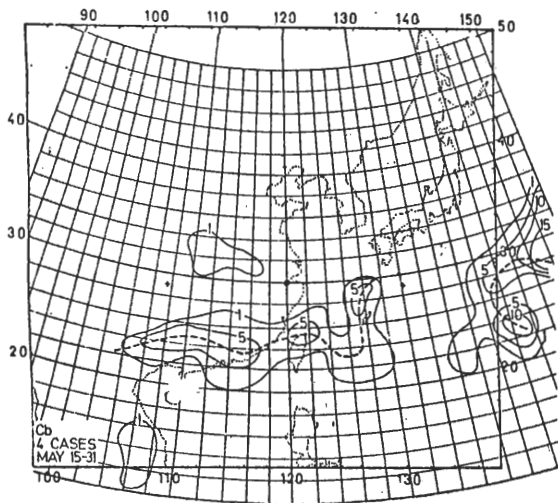


圖 8A 梅雨前半期 4 個個案平均積雨雲量 (%)。

虛線為最大積雨雲量主軸。

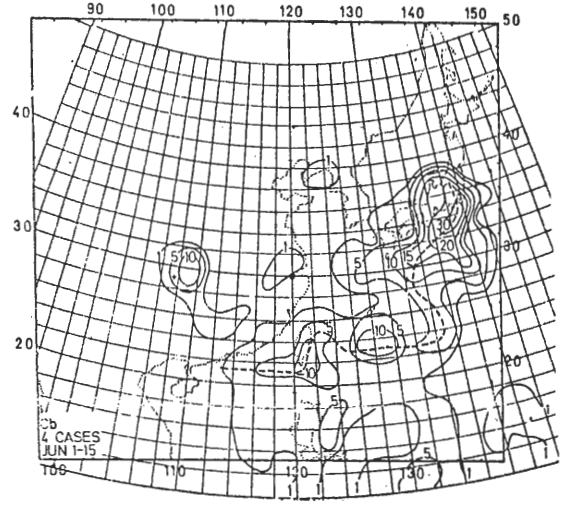


圖 8B 同圖 8A，但為後半期。

積雨雲量分布。前半期積雨雲量不多，大於 10% 之地區主要在太平洋上。後半期積雨雲量增多，日本南方緊鄰之海上超過 30%，在雲帶之上。台灣超過 10%，在雲帶之南。前半期台灣北部大於南部，後半期相反，此亦與降水量分布一致。

四 前半期與後半期之梅雨系統生命各階段之綜觀特徵

地面氣壓分布（圖未示）顯示，前半期與後半期之梅雨系統生命史初期之綜觀系統具有一些差異。槽後之高壓前半期時在華北，較強；後半期在華中，較弱。青康藏高原南側之熱低壓後半期較深。生命中期之熱低壓與槽後高壓之差異與初期相同，後半期梅雨槽較前半期偏北。前後半期之差異以生命末期較大。前半期之末期與其中期相近，僅梅雨槽再向南移，且槽後高壓東移減弱，熱低壓強度依舊。但後半期之生命末期，梅雨槽及槽後高壓均不明顯，不易辨認。

850 mb 梅雨槽之生命階段初、中、末期在前半期與後半期均有一顯著之共同差異，即前半期之槽後高壓較強，但熱低壓較弱。此與前節所述後半期槽前南風加強，槽後北風減弱者一致。梅雨槽位置在生命初期時，在華南及華西地區前後半期相近。中期時在華東沿海一帶後半期較前半期偏北。末期在後半期整道槽線均較前半期偏北。

850 mb 梅雨槽之相對渦度最大強度區，在生命初期，前後半期均在華南槽前。中期時，前半期

最大渦度與槽一致，後半期最大渦度在槽前。末期時，前半期之最大渦度與槽一致，後半期最大渦度出現在槽前，兩者最大中心均在日本南方海面。

四、總 結

本文從台灣地區梅雨明顯之 1975 與 1977 年選取影響台灣之 8 個梅雨系統個案，包括 4 個在前半期（5 月 15～31 日）及 4 個在後半期（6 月 1～15 日）。每個個案均包括初期（850 mb 風切線出現之第一日），中期（初期與末期之中間日），與末期（850 mb 風切線消散之前一日）。如此定義之生命史並不與其強度變化過程完全一致。事實上，各階段 8 個案之平均強度十分接近。8 個個案之梅雨系統平均生命史為 5 天。個案生命史最少 3 天，最多 7 天。分析此 8 個個案生命各階段之平均綜觀形勢，梅雨前後半期之風場及其各階段之綜觀特徵，以及雲量和台灣各地區之降水分配等，獲得以下數點結果。

1 台灣各地區在梅雨生命各階段之降水量皆為後半期大於前半期。前半期之降水量除在生命末期以中區最大之外，初期與中期皆呈北區 > 中區 > 南區之形式。後半期則除於生命初期以中區最大之外，中期與末期皆呈北區 < 中區 < 南區之形式。

2 不論梅雨前後半期與其生命各階段，地面及 850 mb 皆有一共同特徵，即青康藏高原南側熱低壓之建立。梅雨槽由此低壓向東伸展，其移速中期之前較快，中期之後在台灣附近近似滯留。

3 不論生命各階段，地面與 850 mb 槽後高壓強度均為前半期大於後半期。熱低壓強度均為後半期大於前半期。槽後高壓並以生命史之中期最強。

4 副熱帶太平洋高壓之位置與強度，在梅雨生命各階段並未有明顯改變。850 mb 梅雨槽南移，槽前氣壓梯度增大，風速增強。槽前最強西南風發生地區在生命各階段往東北東位移，初期在華南，中期向東伸展至台灣及日本南方海面，末期在台灣以東日本以南之太平洋上。槽前最強西風分量之分布亦頗類似，初期在台灣以西，中期在台灣上空並達最大強度，末期在日本南方海面。槽後東風以中期最大，約為槽前西風之半，初期與末期僅約西風之三分之一。除日本及鄰近海面外，初期至中期之槽前南風減弱，槽後北風增強，中期至末期則南北風均減弱。

5 梅雨後半期之槽前西風與南風均加強且南風範

圍擴大，槽後東風與北風均減弱。

6 850 mb 最大渦度，除梅雨前半期之生命中期與末期在槽上之外，其餘情況皆稍偏於槽前。

7 梅雨雲帶之雲量，隨生命史之演進而增加。雲帶在華南與 850 mb 槽相交，以東則雲帶在槽前，愈往東則雲帶與槽之距離愈大。雲量由雲帶向兩側迅速減少，尤以末期為甚。

8 積雨雲在初期零落發生於海上。中期因梅雨槽之南移而增多且變得有組織，在槽前呈帶狀分布。末期稍減，但仍具帶狀組織。

9 前半期雲帶之雲量較後半期多，且有組織。前半期雲帶幾呈東西走向。後半期西段南移，東段北移而呈東北—西南走向。台灣上空雲量，前半期北區（89%）大於南區（52%），後半期北區（58%）小於南區（72%）。積雨雲量在後半期增多，尤以日本南方海面為甚，超過 30%。

五、致 謝

作者感謝中央氣象局林民生、蕭長庚、任立渝、曾振發、徐辛欽，空軍氣象中心李俊盛、黃幸彥，以及本系劉益靈、謝明城、何景輝、陳開元、顏敏慧、林俊成、徐曾洋、施尹一等諸位先生協助資料之搜集、分析、處理、及衛星雲量之分析。並感謝謝維權先生協助繪圖。

六、參 考 文 獻

- 王時鼎，1970：論台灣之梅雨。氣象預報與分析，44，12—20。
- 徐明同，紀水上，1974：台灣梅雨之分析。氣象學報，20，4，25—44。
- 陳泰然、吳清吉，1978：台灣地區五大城市之氣候特性分析。大氣科學，5，2，1—16。
- 一，紀水上，1978：台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大氣科學，5，1，35—47。
- 一，蔡清彥，1978：台灣地區梅雨兩個案之中幅度系統、觀測誤差與平衡 ω 值之分析。台大大氣科學系研究報告 Mei-Yu-002，44頁。
- Chen, G.T.J., 1977: An analysis of moisture structure and rainfall for a Mei-Yu regime in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Coun., ROC, 1, 1—21.
- , 1979: On moisture budget of a Mei-

- Yu system in Southeast Asia, Proc. Natl. Sci. Coun., ROC, 3, 24-32.
- , and C.P. Chang, 1980: The structure and vorticity budget of an early summer monsoon trough (Mei - Yu) over Southeastern China and Japan. Mon. Wea. Rev., 108, 942 - 953.
- , and C.Y. Tsay, 1977: A detailed analysis of a case of Mei - Yu system in the vicinity of Taiwan. Tech. Rep. No. Mei - Yu - 001, Dept. Atmos. Sci., Natl. Taiwan Univ., 249 PP.
- , and C.Y. Tsay, 1978: A synoptic case study of Mei - Yu near Taiwan. Papers Meteor. Res., 1, 25 - 36.

**A Preliminary Analysis on the Mean Structure of 8 Cases of
Mei-Yu System**

Tai - Jen George Chen
Dept. of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

Abstract

Eight cases of Mei - Yu system affecting Taiwan area in 1975 and 1977 are chosen for the present study. There are four cases in former Mei - Yu period (May 15 - 31) and four cases in latter period (June 1 - 15). Each case of Mei - Yu system go through a complete cycle of initial - , middle - , and ending - stage . Results of the mean structure show that there are significant differences in distribution and intensity of pressure , circulation , cloud , and cumulonimbus amount between the former and the latter Mei - Yu periods and among different stages of life cycle . Analyses of rainfall , cloud , and cumulonimbus amount over Taiwan are also carried out . Significant features are all presented on charts .